

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

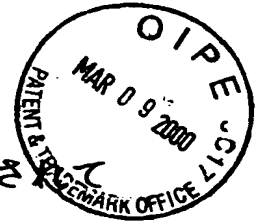
Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 9月17日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第262997号

出 願 人

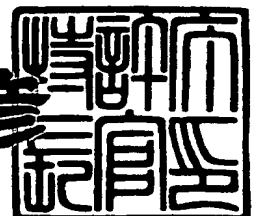
Applicant (s):

株式会社日立製作所

2000年 1月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3092084

【書類名】 特許願

【整理番号】 PNT990374

【提出日】 平成11年 9月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 穴戸 弘明

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 中田 俊彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 吉田 実

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 宇都 幸雄

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 前田 俊二

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザビームの走査方法およびその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ミラー面の位相を互いにずらした複数個を重ねて構成したポリゴンミラーを回転させ、レーザビームを A/O 変調器により前記ポリゴンミラーの回転に同期して変調させて前記回転する各ポリゴンミラーに切り換えて照射して走査することを特徴とするレーザビームの走査方法。

【請求項 2】

ミラー面数が異なり、かつ、振られる角度あたりの時間がどちらもほぼ同じになるように直径が定められた複数個を重ねて構成したポリゴンミラーを回転させ、レーザビームを、被走査対象の位置に応じて A/O 変調器により前記回転する所望のポリゴンミラーに対して切り換えて照射して走査することを特徴とするレーザビームの走査方法。

【請求項 3】

ミラー面の周方向の長さを変化させて構成したポリゴンミラーを回転させ、レーザビームを、前記回転するポリゴンミラーの各ミラー面に照射して走査角度を変えて走査することを特徴とするレーザビームの走査方法。

【請求項 4】

各ミラー面の表面粗さを概ね 50 オングストローム RMS 以下で形成したポリゴンミラーを回転させ、レーザビームを前記回転するポリゴンミラーの各ミラー面に照射して各ミラー面で反射した散乱光を散乱光トラップで遮光して走査することを特徴とするレーザビームの走査方法。

【請求項 5】

共振動作形ミラースキャナを共振動作させ、レーザビームを前記共振動作されるミラースキャナに照射して走査し、ミラーに入射またはミラーで反射したレーザビームの少なくとも一方、またはその両方に対して、レーザビームの走査位置に応じて変調制御することを特徴とするレーザビームの走査方法。

【請求項 6】

共振動作形ミラースキャナを共振動作させ、レーザビームを前記共振動作されるミラースキャナに照射して走査し、ミラーを反射後レーザビームを光学素子により光軸中心からの離間に応じて偏向させることを特徴とするレーザビームの走査方法。

【請求項 7】

ミラー面の位相を互いにずらした複数個を重ねて構成したポリゴンミラーと、
該ポリゴンミラーを回転駆動する駆動手段と、

レーザビームを前記ポリゴンミラーの回転に同期して変調させて前記各ポリゴンミラーに切り換えて照射する A/O 変調器とを備え、

前記レーザビームを前記駆動手段によって回転駆動されるポリゴンミラーによって走査するように構成したことを特徴とするレーザビームの走査装置。

【請求項 8】

ミラー面数が異なり、かつ、振られる角度あたりの時間がどちらもほぼ同じになるように直径が定められた複数個を重ねて構成したポリゴンミラーと、

該ポリゴンミラーを回転駆動する駆動手段と、

レーザビームを、被走査対象の位置に応じて前記所望のポリゴンミラーに対して切り換えて照射する A/O 変調器とを備え、

前記レーザビームを前記駆動手段によって回転駆動されるポリゴンミラーによって前記被走査対象上に走査するように構成したことを特徴とするレーザビームの走査装置。

【請求項 9】

ミラー面の周方向の長さを変化させて構成したポリゴンミラーと、

該ポリゴンミラーを回転駆動する駆動手段と、

レーザビームを、前記ポリゴンミラーに照射する照射光学系とを備え、

前記レーザビームを前記駆動手段によって回転駆動されるポリゴンミラーの各ミラー面によって走査角度を変えて走査するように構成したことを特徴とするレーザビームの走査装置。

【請求項 10】

各ミラー面の表面粗さを概ね 50 オングストローム RMS 以下で形成したポリゴンミラーと、

該ポリゴンミラーを回転駆動する駆動手段と、

レーザービームを、前記ポリゴンミラーの各ミラー面に照射する照射光学系と、

前記ポリゴンミラーの各ミラー面で反射した散乱光を遮光する散乱光トラップとを備え、

前記レーザービームを前記駆動手段によって回転駆動されるポリゴンミラーの各ミラー面で正反射した正反射光の走査を散乱光トラップを通して得るように構成したことを特徴とするレーザービームの走査装置。

【請求項 11】

共振動作する共振動作形ミラースキャナと、

レーザービームを前記ミラースキャナに照射する照射光学系と、

前記ミラースキャナに入射またはミラースキャナで反射したレーザービームの少なくとも一方、またはその両方に対して、レーザービームの走査位置に応じて変調制御する変調制御手段とを備え、

前記レーザービームを前記ミラースキャナの共振動作で走査するように構成したことを特徴とするレーザービームの走査装置。

【請求項 12】

共振動作する共振動作形ミラースキャナと、

レーザービームを前記ミラースキャナに照射する照射光学系と、

前記ミラースキャナを反射後レーザービームを光軸中心からの離間に応じて偏向させる光学素子とを備え、

前記レーザービームを前記ミラースキャナの共振動作で走査するように構成したことを特徴とするレーザービームの走査装置。

【請求項 13】

レーザービームを走査する A/O 偏向器を設け、

該 A/O 偏向器のレーザービーム射出後の光路中に、複数の折り返しミラーで複数回折り返す光路部を有し、該光路部を外部に対して密閉し、少なくとも断熱材

または外部環境より高い温度に維持するヒータにより熱的に外部から遮蔽したことを特徴とするレーザビームの走査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、紫外レーザビーム、特に遠紫外のレーザビームを高速に、かつ高効率に走査して例えば被検査対象物上に照射し、被検査対象物からの画像信号に基いて極微小な異物やパターン欠陥等の欠陥を検査することのできるレーザビームの走査方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

レーザビームは光源として優れた特徴を有するが、その特徴を活かした使い方をするためには、一定の領域を照明する場合には何らかの走査手段により走査を行って使用するのが一般的である。

この走査には、ミラーを機械的に駆動して反射方向を変化させて走査するものや、光学結晶に電氣的な信号を与えて回折方向や屈折方向を変化させて走査するものなどがある。

前者には、ガルバノミラー、ポリゴンミラー（多面体ミラー）などがあり、後者には、A/O偏向器、E/O偏向器などがある。

【0003】

特開平 7 - 2 0 1 7 0 3 号公報には、ポリゴンミラー、ガルバノミラーを用いてレーザを走査し、微細に絞ったレーザスポットによりパターンを描画する装置が記載されている。また、特開平 8 - 1 5 6 3 0 号公報には、ポリゴンミラー、A/O偏向器を用いてレーザを走査し、微細に絞ったレーザスポットによりパターンを描画する装置が記載されている。また、特開平 1 0 - 1 4 2 5 3 8 号公報には、2 個のポリゴンミラーを同期させて、且つ 1 / 2 周期位相差を与えて走査し、それらを切り換えて使用することにより、ポリゴンミラーの効率を向上させて走査するようにした、微細に絞ったレーザスポットによりパターンを描画する装置が記載されている。また、特開平 7 - 1 9 7 0 1 1 号公報には、ポリゴンミ

ラーを $1/2$ 周期位相差を与えて 2 段重ねて、その回転に同期して半導体レーザーに変調をかけることが開示されている。また、特開平 5-34621 号公報には、多面体鏡の反射角度を面毎に変化させて、2 次元的にビームを走査することが開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ポリゴンミラー（多面体ミラー）による走査は、連続的な回転で行うため、ミラー各面のつなぎ目でビームの走査が無効となり、有効な走査時間が減少、結果として効率の低下を招くという課題がある。

また、高速に走査しようとした場合、連続的な回転のために、複数のポリゴンミラーを同期させて回転させることが出来ず、ポリゴンミラー同志を組み合わせで 2 次元の領域を走査することや、特開平 10-142538 号公報のように、2 個のポリゴンミラーを同期させて、且つ $1/2$ 周期位相差を与えて走査し、それらを切り換えて使用することにより、ポリゴンミラーの効率を向上させて走査することが、高速な領域では困難であった。

また、特開平 7-197011 号公報のように、ポリゴンミラーを $1/2$ 周期位相差を与えて 2 段重ねるばあいでも、レーザーに直接変調をかける方式では、それが不向きなガスレーザーや固体レーザー、または一個のレーザーが高価なため、複数のレーザーを並べて ON/OFF させるのが難しい遠紫外波長域の用途には向いていなかった。

【0005】

さらに、ポリゴンミラーは連続的な回転のため、走査範囲を変化させることが出来ず、このためポリゴンミラーでの走査形状は矩形に限られており、円形領域の走査には不向きであった。

また、遠紫外波長を光源とした領域では、ポリゴンミラーの表面粗さから散乱光が発生し、ビーム品質と反射効率を低下させる課題があった。

ガルバノミラーによる走査は、一般のガルバノミラーではその走査周波数がせいぜい数百ヘルツと低速な走査しかできなく、また、レゾナント形と呼ばれる数千ヘルツ以上の走査が可能な高速なガルバノミラーは、その駆動信号が正弦波

に限られ、走査角度が正弦波状に変化し、ビームの走査速度が一定しない。このため、特に蓄積型のセンサを用いてレーザ走査による照明で検出信号を得る場合に、ゆっくりと走査される領域からの信号は相対的に大きく、速く走査される領域からの信号は相対的に小さくなるという課題がある。

【0006】

E/O偏向器は、紫外から遠紫外波長領域で利用できる結晶が存在せず、今後、光源を短波長化した高解像な光学系が望まれるのに対して応えることが出来ない。

【0007】

また、A/O偏向器は、紫外から遠紫外領域で利用できる結晶が石英しかない。しかし、石英は音速が大きい。このことは、A/O素子を変調器として用いるのには大きな障害とはならないが、偏向器として用いる場合に問題が生じる。石英に対して音響素子で回折格子を形成したばあい、その音速の大きさから、音響素子に加える信号周波数の変化に対して、回折格子の間隔の変化が小さくなる。これは、偏向器で偏光できる角度が小さくなることを意味する。石英の音速は、約6000 m/s、これに使える音響素子に加えられる信号の周波数の上限は150 MHz程度なので、周波数変化範囲を±100 MHzとしても、わずか0.23度しか偏向させることが出来ない。このため、十分な走査範囲を得ようとすると、非常に長い光路長（1 m以上）を設ける必要がある。長い光路を設けた場合、光路中の空気の揺らぎ等の環境変化で、ビームポジションやビーム品質が悪化するという課題がある。

【0008】

本発明の目的は、上記課題を解決すべく、高解像化に必須な短波長（紫外から遠紫外）のレーザビームによっても、被対象物に対して高速で、且つ高効率に走査できるようにしたレーザビームの走査方法およびその装置を提供することにある。

また、本発明の他の目的は、短波長（紫外から遠紫外）のレーザビームを半導体ウエハなどのように円形状を有する被検査対象物に対して高速で、且つ高効率に走査できるようにしたレーザビームの走査方法およびその装置を提供するこ

とにある。

また、本発明の他の目的は、短波長（紫外から遠紫外）のレーザービームを半導体ウエハなどの被検査対象物に対して高速で、且つ高効率に走査照射し、被検査対象物上の光像を高解像度で検出して極微小な異物やパターン欠陥等の欠陥を検査することができるようにした欠陥検査装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、ミラー面の位相を互いにずらした複数個を重ねて構成したポリゴンミラーを回転させ、レーザービームをA/O変調器により前記ポリゴンミラーの回転に同期して変調させて前記回転する各ポリゴンミラーに切り換えて照射して走査することを特徴とするレーザービームの走査方法およびその装置である。

また、本発明は、ミラー面数が異なり、かつ、振られる角度あたりの時間がどちらもほぼ同じになるように直径が定められた複数個を重ねて構成したポリゴンミラーを回転させ、レーザービームを、被走査対象の位置に応じてA/O変調器により前記回転する所望のポリゴンミラーに対して切り換えて照射して走査することを特徴とするレーザービームの走査方法およびその装置である。

【0010】

また、本発明は、ミラー面の周方向の長さを変化させて構成したポリゴンミラーを回転させ、レーザービームを、前記回転するポリゴンミラーの各ミラー面に照射して走査角度を変えて走査することを特徴とするレーザービームの走査方法およびその装置である。

また、本発明は、各ミラー面の表面粗さを概ね50オングストロームRMS以下で形成したポリゴンミラーを回転させ、レーザービームを前記回転するポリゴンミラーの各ミラー面に照射して各ミラー面で反射した散乱光を散乱光トラップで遮光して走査することを特徴とするレーザービームの走査方法およびその装置である。

また、本発明は、前記レーザービームの走査方法およびその装置において、散乱光トラップとポリゴンミラーのミラー面との離間距離が1m以上であることを特

徴とする。

【0011】

また、本発明は、共振動作形ミラースキャナを共振動作させ、レーザビームを前記共振動作されるミラースキャナに照射して走査し、ミラーに入射またはミラーで反射したレーザビームの少なくとも一方、またはその両方に対して、レーザビームの走査位置に応じて変調制御することを特徴とするレーザビームの走査方法およびその装置である。

また、本発明は、前記レーザビームの走査方法およびその装置において、変調の制御を、スキャナの走査位置を検出するエンコーダの出力に基いて行うことを特徴とする。

また、本発明は、前記レーザビームの走査方法およびその装置において、変調の制御を、スキャナを駆動する駆動信号に対して所定の位相差量を引いた信号に基いて行うことを特徴とする。

また、本発明は、共振動作形ミラースキャナを共振動作させ、レーザビームを前記共振動作されるミラースキャナに照射して走査し、ミラーを反射後レーザビームを光学素子により光軸中心からの離間に応じて偏向させることを特徴とするレーザビームの走査方法およびその装置である。

【0012】

また、本発明は、共振動作する共振動作形ミラースキャナと、レーザビームを前記ミラースキャナに照射する照射光学系と、前記ミラースキャナに入射またはミラースキャナで反射したレーザビームの少なくとも一方、またはその両方に対して、レーザビームの走査位置に応じて変調制御する変調制御手段とを備え、前記レーザビームを前記ミラースキャナの共振動作で走査するように構成したことを特徴とするレーザビームの走査装置である。

また、本発明は、共振動作する共振動作形ミラースキャナと、レーザビームを前記ミラースキャナに照射する照射光学系と、前記ミラースキャナに入射またはミラースキャナで反射したレーザビームの少なくとも一方、またはその両方に対して、変調をかける変調手段と、レーザビームの走査位置を認識する認識手段と、該認識手段で認識されたレーザビームの走査位置に基いて前記変調手段に対す

る制御信号を発生させる制御信号発生手段とを設けたことを特徴とするレーザービームの走査装置である。

【 0 0 1 3 】

また、本発明は、前記レーザービームの走査装置における認識手段を、スキャナの走査位置を検出するエンコーダによって構成することを特徴とする。

また、本発明は、前記レーザービームの走査装置における認識手段を、スキャナを駆動する駆動信号に対して一定の位相差量を引いた信号を作成する回路によって構成することを特徴とする。

また、本発明は、共振動作する共振動作形ミラースキャナと、レーザービームを前記ミラースキャナに照射する照射光学系と、前記ミラースキャナを反射後レーザービームを光軸中心からの離間に応じて偏向させる光学素子とを備え、前記レーザービームを前記ミラースキャナの共振動作で走査するように構成したことを特徴とするレーザービームの走査装置である。

【 0 0 1 4 】

また、本発明は、前記レーザービームの走査装置における光学素子として、光軸中心から外れるに従って曲率が増大するように形成されているプリズムで形成することを特徴とする。

また、本発明は、前記レーザービームの走査装置における光学素子として、出射端のファイバの方向が光軸から離間するに従ってより大きく傾いているバンドルファイバで形成することを特徴とする。

また、本発明は、前記レーザービームの走査装置における光学素子として、光軸から離間するに従って格子の間隔が狭くなるように形成されているホログラフィックプレートまたは回折格子で形成することを特徴とする。

また、本発明は、レーザービームを走査する A / O 偏向器を設け、該 A / O 偏向器のレーザービーム射出後の光路中に、複数の折り返しミラーで複数回折り返す光路部を有し、該光路部を外部に対して密閉し、少なくとも断熱材または外部環境より高い温度に維持するヒータにより熱的に外部から遮蔽したことを特徴とするレーザービームの走査装置である。

また、本発明は、 A / O 偏向器を用いたレーザービーム走査装置であって、 A /

○偏向器の射出後の光路中に、複数の折り返しミラー手段と、該ミラー手段と光路部からなる光路部を外部に対して密閉する密閉手段と、少なくとも断熱手段または外部環境より高い温度に維持するヒータ手段を設けたことを特徴とする。

【0015】

以上説明したように、前記構成によれば、高解像化に必須な短波長（紫外から遠紫外）のレーザビームによっても、被対象物に対して高速で、且つ高効率に走査することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

本発明に係るレーザビーム走査方法およびその装置の実施の形態について図面を用いて説明する。

まず、本発明に係るレーザビーム走査装置の第1の実施例について図1を用いて説明する。即ち、第1の実施例においては、複数のポリゴンミラー108および109は、各ミラーの1/2だけ回転位相をずらした状態で重ねられ、回転モータ101によって回転させられるように構成される。ポリゴンミラー108および109は、互いに同じ形状のミラーであり、その有効走査時間比（レーザビームがポリゴンミラー各面の角部に当たることにより、正常な反射が出来なくなる時間を無効時間といい、それに対して平面部にレーザビームが当たり、正常な走査が出来た時間を有効走査時間という。有効走査時間比は、全体時間に対する有効操作時間の割合で示される。）が概略50%である。また、それらは、各ポリゴンミラーを構成する各ミラーの1/2だけ回転位相をずらされ、回転モータ101のスピンダルに固定される。

【0017】

一方、これらのポリゴンミラー108および109の各々に対しては、レーザ光源（図示せず。）からのレーザビーム104がA/O変調器105を経て照射される。A/O変調器104は、回転モータ101に付属するエンコーダからの出力102から、回転位置—ミラー切換信号変換器103によって作り出された制御信号により、レーザビームの照射光路を106と107とに切り換える。2個のミラーを切り換える場合には、A/O変調器105の1次回折光（例えば1

07) と 0 次回折光 (例えば 106) を用いれば 1 台の A/O 変調器 105 で切り換えられ、都合がよい。もちろん、光路を切り換えればいいのであるから、A/O 変調器でなく、他の手段でも良い。

即ち、ポリゴンミラー 109 の有効走査時間中は、光路を 107 に切り換え、ポリゴンミラー 109 の無効走査時間中は光路を 106 に切り換える。従って、このポリゴンミラーシステムの有効走査時間比は概略 100% となる。

【0018】

これにより、変調をかけやすい半導体レーザ以外のレーザを使用し、なおかつ、走査速度の高速な、従って有効走査時間比が 50% 程度と低いポリゴンミラーを用いても、効率よく高速なレーザビームの走査ができることになる。

この方式は、重ねるポリゴンミラーの段数を増加させていくと、有効走査時間比が 50% より短い場合にも対応できるようになる。この場合は、2 個以上のポリゴンミラーを構成する各ミラーを個数分の 1 だけ位相をずらして重ねる。

【0019】

なお、各ポリゴンミラー 108、109 で反射したレーザビームを被対象物 (回路パターン上の微小異物や微小パターン欠陥等の欠陥を検査する場合には、被検査対象物となる。) 上の同一走査線上に照射できるレンズ系 112 の機能と同一走査速度で走査できる F- θ レンズ 111 の機能とを有する光学系 (例えばレンズ系) 110 が設けられている。

【0020】

次に、本発明に係るレーザビーム走査装置の第 2 の実施例について図 2 を用いて説明する。第 2 の実施例では、図 2 (a) に示すように、互いに面数の異なるポリゴンミラー 201 とポリゴンミラー 202 とが重ねられて構成される。このため、面数に反比例するポリゴンミラーの走査角度 (反射したレーザビームが振られる角度) は、それぞれ異なることになる。しかし、振られる角度あたりの時間がどちらも同じになるように、ポリゴンミラー 201 の直径とポリゴンミラー 202 の直径とを決めている。

この構成により、図 2 (b) に示すように、例えば半導体ウエハのごとく円形の被対象物 204 を図中矢印 205 の方向に移動し、それと直交する方向にポリ

ゴンミラーで走査する場合、ポリゴンミラーの走査角度が小さくて済む領域 208 では A/O 変調器 105 で例えば 0 次回折光 206 に切り換えてポリゴンミラー 202 で走査を行い、ポリゴンミラーの走査角度が大きくなる必要な領域 209 では A/O 変調器 105 で例えば 1 次回折光 207 に切り換えてポリゴンミラー 201 で走査を行う。

この第 2 の実施例によれば、対象物 204 の全面を領域 209 と同一の走査角度で走査する場合に比べて全面を走査する時間を短縮することができる。

【0021】

ここでは、2 種のミラーを使う実施例を示したが、もっと多くの種類のミラーを用いれば、よりきめ細やかな、より効率の照明が行えることはいうまでもない。また、それぞれのミラーの切換のタイミングはそれほど微妙でもないので、回転モータ 101 に付随するエンコーダから角度を検出する必要はないし、同期をとって回転させる必要も特にはないので、それぞれのミラー 201、202 を別個のモーターで回転させるのでも良い。

なお、この第 2 の実施例でも、各ポリゴンミラー 201、202 で反射したレーザービームを被対象物（回路パターン上の微小異物や微小パターン欠陥等の欠陥を検査する場合には、被検査対象物となる。）上の同一走査線上に照射できるレンズ系 112 の機能と同一走査速度で走査できる F- θ レンズ 111 の機能とを有する光学系（例えばレンズ系）110 が設けられている。

【0022】

次に、本発明に係るレーザービーム走査装置の第 3 の実施例について図 3 および図 4 を用いて説明する。ところで、レーザービームの走査対象 204 として、半導体ウエハのような円形状のものの場合、該走査対象 204 に対してレーザービーム 210 を単純に外接する矩形形状に走査すると対象領域外も走査することになってレーザービームの照射効率が低下する。そこで、この第 3 の実施例では、図 3 (a) に示すように、ポリゴンミラー 300a（図 3 (a) は、ポリゴンミラー 300a を上から見たところを示した。）において、各ミラー面 307a~301a、301a~307a に対する角度（即ちミラー面の円周方向の長さ） $\theta_7 \sim \theta_1$ 、 $\theta_1 \sim \theta_7$ を変化させることによって、照射されたレーザービーム 104

(106、107; 206、207) を反射させて被対象物上での走査範囲(走査長さ) $L_7 \sim L_1$ 、 $L_1 \sim L_7$ を変えることが可能となる。

なお、図3(b)に示すように半導体ウエハのような円形形状の被対象物204に対して例えばスリット状もしくはスポット状のレーザビーム210を $L_7 \sim L_1$ 、 $L_1 \sim L_7$ で示すように走査する場合、通常y方向に等ピッチで走査する必要があるため、例えば、被対象物204を載置したステージ(図示せず)をy方向に間欠的に走行させたとしても、ポリゴンミラー300aを少なくとも1回転させて円形形状の被対象物204に対して全面走査できるように各ミラー面毎の角度を決めれば良い。なお、レーザビーム210としてスリット状にすれば、検出器としてCCDイメージセンサやTDIイメージセンサ等で構成されたリニアイメージセンサを用いることができる。

【0023】

また、図4に示すように、各ミラー面307b \sim 301b、301b \sim 307bを回転軸に対して傾斜角度 $\alpha_7 \sim \alpha_1$ 、 $-\alpha_1 \sim -\alpha_7$ を順次変えたポリゴンミラー300bにすることによって、図3(b)に示すように、例えばスリット状もしくはスポット状のレーザビーム210を円形形状の被対象物204に対して2次元的に走査させることが可能となる。なお、図3(b)中で、 $L_1 \sim L_7$ はミラー面301b \sim 307bによる走査を示している。

従って、ポリゴンミラー300bの場合、円形形状の被対象物204を載置したステージをy方向に走行させる必要はない。但し、レーザビーム210を被対象物204に対して照射する際、位置決めが必要となる。

また、この第3の実施例を、上記第1および第2の実施例の各々に適用することもできる。

【0024】

次に、本発明に係るレーザビーム走査装置の第4の実施例について図5および図6を用いて説明する。図6に示すポリゴンミラー601は、アルミまたはその合金やベリリウムのブロックから切削によって作られる。このように作られたポリゴンミラー601のミラー面に、レーザビーム602として紫外線以下の短い波長を照射した場合には、表面精度(粗さ)が不十分な場合がある。この場合に

おける反射ビームをスクリーンに映した様子を図5に模式的に示した。図5に示すように、ミラー面の表面精度が不十分の場合、ミラー面から正反射光ビーム501の他に、周囲に散乱光502が発生することになる。発明者による実験では、概ねミラー面の表面粗さを50オングストロームRMS以下にすれば、散乱光502成分は全反射光量の5%以下に損失光量を抑えることが出来る。

【0025】

これらの散乱光502は、ビーム品質の低下をもたらすので、極力除去するのが望ましい。そこで、第4の実施例としては、散乱光トラップ603（例えば、正反射ビーム501が通過する穴の明いた板）を設けることによって、散乱光502を除去するように構成した。このように、散乱光トラップ603を設けることによって、ミラー面の表面粗さが50オングストロームRMS以上は勿論のこと、ミラー面の表面粗さが50オングストロームRMS以下であっても、散乱光502の成分を除去して走査レーザビームの品質を向上させることができる。

ところで、ポリゴンミラー面と散乱光トラップ603の離間距離を大きくすると散乱光502のトラップ性能は良くなるが、発明者による実験では、おおよそ1mの離間で、ほぼ満足できるトラップ性能が得られることがわかっている。

以上説明した第4の実施例を、前記第1～第3の実施例の各々に適用することもできる。

【0026】

次に、本発明に係るレーザビーム走査装置の第5の実施例について図5～図9を用いて説明する。第5の実施例は、基本的にはガルバノミラーを用いて構成したものである。一般のガルバノミラーはその走査周波数がせいぜい数百ヘルツと低速な走査しかできない。しかし、レゾナント形と呼ばれる共振形のガルバノミラーは、数千ヘルツ以上の走査が可能であるが、駆動信号が正弦波に限られるということである。従って、走査角度は正弦波状に変化し、ビームの走査速度が一定しない。

ステージ130上に載置された被対象物204上に対してレゾナント形と呼ばれる共振形のガルバノミラーを用いてレーザビーム104を走査照射し、被対象物204から得られる光像を、特に例えばTDIイメージセンサのような蓄積型

のセンサ 8 0 1 を用いて画像信号を得る場合に、レーザビームの走査速度が一定しないで、ゆっくりと走査される領域からの画像信号の強度は相対的に大きく、速く走査される領域からの画像信号の強度は相対的に小さくなる。

【 0 0 2 7 】

そこで、第 5 の実施例としては、図 7 に示すように、スキャナミラー 7 0 2 を、正弦波信号源 7 0 3 から得られる正弦波駆動信号 7 1 1 に基いてアクチュエータ 7 0 1 で駆動するレゾナント形と呼ばれる共振形のガルバノミラー（共振動作形ミラースキャン）の構成において、演算器 7 0 5 は、アクチュエータに付属するエンコーダ 7 0 4 からミラーの方向を読み取り、この読み取られた走査角度からその地点における走査速度を求めて制御信号を作る。そして、演算器 7 0 5 は、走査速度を示す制御信号 7 1 0 に基づき A / O 変調器 7 0 6 を制御し、走査が遅い場合にはそれに応じてその透過率を低下させ、走査が早い場合にはそれに応じて透過率を高め、スキャナミラー 7 0 2 に入射させるレーザビーム 7 0 7 の光量を変化させる。その結果、被対象物 2 0 4 に照射されるレーザビーム 1 4 0 の走査速度が変動しても、走査速度に対応した強度のレーザビーム 1 4 0 がステージ 1 3 0 上に載置された被対象物 2 0 4 に対して照射されるので、被対象物 2 0 4 上から得られる光像の強度は一定となり、図 8 に示す検出器 8 0 1 として例えば蓄積型のセンサで検出しても検出信号（画像信号）の値が一定になる。なお、1 2 1 はハーフミラーで、1 2 2 は対物レンズを示す。

【 0 0 2 8 】

また、第 5 の実施例としては、A / O 変調器 7 0 6 を用いたその制御は入射側でなくとも反射後でも良い。しかし、反射後の場合、レーザビームが走査されることになる。

また、第 5 の実施例としては、図 8 に示すように、被対象物 2 0 4 に照射されるレーザビーム 1 4 0 の走査速度が変動しても、検出器 8 0 1 から検出される検出信号（画像信号）を、演算器 7 0 5 から出力される走査速度を示す制御信号 7 1 0 に基いて増幅器 8 0 2 の増幅率を変化させるものでも一定の強度の検出信号（画像信号）8 0 3 が得られる。

【 0 0 2 9 】

また、A/O変調器706を用いなくとも、被対象物204に照射されるレーザービームの走査速度が変動しても、走査速度に対応させてレーザービームの強度が制御できる他の変調手段でも構わない。

さらに、ミラー702の方向が、駆動信号源703からの正弦波駆動信号711に対して一定の位相遅れで変化するので、前記透過率、増幅率の制御に用いる制御信号710は、図7および図8に示すようにエンコーダ704からの出力ではなく、図9に示すごとく、駆動信号711それ自体に位相差を与える様な演算を行う演算器901からの制御信号であっても良い。

以上説明した第5の実施例は、電氣的に検出出力を一定にする方式であるため、それらは原理的に損失を作り、効率を低下させることになる。このため、光学的に一定速度の走査を実現するのが望ましい。

【 0 0 3 0 】

次に、本発明に係るレーザービーム走査装置の第6の実施例について図10～図12を用いて説明する。第6の実施例において、図10では、プリズム704を用いる場合について示した。レゾナント形スキヤナ（共振動作形ミラースキャン）701での反射後のビームは、振れ角の大きいところでは走査速度が遅く（振れ角の時間あたりの変化量が小さい）、振れ角の小さいところでは走査速度が速い（振れ角の時間あたりの変化量大きい）。そこで、振れ角の大きいところでは、その角度に応じてさらに振れ角が大きくなるようにプリズム704の表面の曲面が、中心から外れるに従って曲率が増大するように形成されている。

第6の実施例において、図11では、プリズム704の代わりにバンドルファイバ1101により反射方向を変化させ、方向を変換する場合を示した。このバンドルファイバ1101では、出射側のファイバの方向が周辺に行くに従って振れ角が大きい方向に傾いている。

第6の実施例において、図12ではプリズム704の代わりにホログラフィックプレート（またはデフラクティブ素子）1201により反射方向を変化させ、方向を変換する場合を示した。このホログラフィックプレート1201では、出射側のビームが周辺に行くに従ってより振れ角が大きい方向に傾くように、回折

格子の間隔が狭くなるように形成されている。

【0031】

以上のことはレゾナント形ガルバノミラーについて実施例を示したが、これらのことは、その他の共振動作形ミラーすべてに当てはまることである。

先に述べたように、ほとんど走査角度がとれないA/O偏向器ではあるが、その高速走査性と制御の容易さは依然魅力である。このようなA/O偏向器を使う場合、微小な走査角度で必要な走査範囲を得るためには、出射後長い光路を確保する必要がある。しかし、長い光路を設けた場合、光路中の空気の揺らぎ等の環境変化で、ビームポジションやビーム品質が悪化する場合がある。

そこで、図13に示すごとく、A/O偏向器1301出射後に折り返しミラー1302、1303でコンパクトなスペースで複数回折り返す光路形成しそれらを外部に対して密閉した折り返しユニットを構成する。このユニットを、断熱材や外部環境より高い温度に維持するヒータ等により熱的にも外部から遮蔽することにより、空気の揺らぎ、光学部品の熱変形は発生しなくなり、安定して必要な走査範囲を得られる光路長を有するようになる。

以上説明したように本発明によれば、遠紫外領域においても高速で高効率なレーザービームの走査を行うことができるようになる。

【0032】

次に、以上説明したレーザービーム走査装置を備えた欠陥検査装置の実施例について、図14を用いて説明する。この実施例は、照明光学系を落射照明で構成する。勿論、照明光学系を、傾斜照明で構成してもよい。そして、照明光源1としては、例えばDUV（遠紫外線）レーザー（例えばエキシマレーザーKrF=248nm、エキシマレーザーArF=198nm等）を用いる。このようにDUV（遠紫外線）レーザーは、波長が短いため、高分解能を有し、0.1 μ m以下の極微小な異物等の欠陥からの散乱光もしくは回折光に基づく光像が得られことになる。そこで、照明光学系2は、DUVレーザー等の照明光源1と、照明光104の偏光を設定するための偏光制御光学系3と、対物レンズ122の瞳17上にレーザービームを走査する前記第1乃至第5の実施例で構成される瞳走査照明光学系4と、ハーフミラー(1)121とによって構成される。検出光学系10の基本構成は

、対物レンズ122と、結像レンズ12と、拡大光学系13と、イメージセンサの前の検出光の偏光を設定するための偏光検出光学系14と、UUV量子効率が10%程度以上のイメージセンサ15(801)とで構成される。なお、検出光学系10における偏光検出光学系14は、被対象物(試料)204からの正反射光(0次回折光)を遮光するためのもので、空間フィルタによって構成することも可能である。この場合、照明光学系2における偏光制御光学系3の代わりに、例えば輪帯照明光学系にする必要がある。

【0033】

更に、検出光路の途中に、ハーフミラー(2)21を設置し、試料204の表面を対物レンズ122の焦点に合わせるための自動焦点系22を配置する。更に、ハーフミラー(3)31を設置し、対物レンズ122の瞳位置をレンズ(1)32及び瞳観察光学系33により観察可能に構成する。更に、ハーフミラー(4)41を設置し、試料204上のパターンをレンズ(2)42及びアライメント光学系43により観察してアライメントできるように構成する。

従って、照明光源1から出射されたDUVレーザビームは、例えば偏光制御光学系3によって直線偏光光に変換され、瞳走査照明光学系4によって対物レンズ122の瞳17上を2次元に走査して照射されることになる。試料204からの反射光は、対物レンズ122の瞳17を通してハーフミラー(1)5を透過し、試料122の光像を結像レンズ12及び拡大光学系13により、イメージセンサ15(801)上に拡大して結像される。なお、例えば、偏光検出光学系14によって試料204上からの正反射光(0次回折光)成分である直線偏光成分を遮光することによって、イメージセンサ15(801)は、試料204の表面から得られる散乱光あるいは回折光成分による結像された光像を受光することができることになる。

【0034】

次に、信号処理系について、図15を用いて説明する。即ち、信号処理系は、UUV量子効率が10%程度以上の例えばTDIイメージセンサ等から構成されるイメージセンサ15(801)から被検査対象物204のy軸方向の移動に同期して得られる列画素ごとに蓄積された濃淡値で示される画像信号をAD変換す

るAD変換回路402と、該AD変換回路から出力されるデジタル画像信号を、y軸方向に繰り返される回路パターンの例えば1チップ分（複数ピッチ分でもよい。）に相当するずれ量だけ遅延させる遅延メモリ403と、上記AD変換回路402から得られるデジタル検出画像信号408と遅延メモリ403から得られる例えば1ピッチ分遅延させたデジタル参照画像信号409とを比較して例えば差画像信号を抽出し、この抽出された差画像信号を所定の閾値で2値化して異物や回路パターンの欠陥等の欠陥候補を示す2値化画像信号を形成する比較回路404と、該比較回路404から得られる異物等の欠陥候補を示す2値化画像信号を基に該欠陥候補毎の面積や位置座標や最大長さ（例えばx軸方向およびy軸方向への投影長さ）やモーメント等の特徴量を抽出する欠陥候補の特徴量抽出回路405と、該欠陥候補の特徴量抽出回路405で抽出される欠陥候補の特徴量が所定の判定基準を越えたとき欠陥として判定する欠陥判定回路406とで構成される。なお、特徴量としては、更に欠陥候補として特定された点でAD変換回路402から得られるデジタル検出画像信号に基づく濃淡値を付加させて、3次元的な特徴量を抽出してもよい。

【0035】

特に、0.1 μm 程度以下の極微小の異物等の欠陥を検出するためには、被検査対象物204の表面の微妙な凹凸や下地パターンに基づくノイズ成分を除外して誤検出を防止する必要がある。そのために、差画像信号として所定の閾値を越えるものを一旦欠陥候補として抽出し、この抽出された欠陥候補毎の特徴量から真に異物等の欠陥なのか、表面の微妙な凹凸や下地パターンに基づく虚報なのかを弁別することによって真の極微小の異物等の欠陥を見付けることが可能となる。

【0036】

【発明の効果】

本発明によれば、高解像化に必要な短波長（紫外から遠紫外）のレーザ光源によっても高速で高効率なレーザビームの走査を行うことが出来る効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係るレーザビーム走査装置の第 1 の実施例を示す構成図である。

【図 2】

本発明に係るレーザビーム走査装置の第 2 の実施例を示す構成図である。

【図 3】

本発明に係るレーザビーム走査装置の第 3 の実施例を示す構成図である。

【図 4】

第 3 の実施例に適用されるイレギュラー形ポリゴンミラーの構造を説明する図である。

【図 5】

ポリゴンミラーで反射した反射光の様子を説明するための図である。

【図 6】

本発明に係るレーザビーム走査装置の第 4 の実施例を示す構成図である。

【図 7】

本発明に係るレーザビーム走査装置の第 5 の実施例を示す構成図である。

【図 8】

本発明に係るレーザビーム走査装置の第 5 の実施例の変形例を示す構成図である。

【図 9】

本発明に係るレーザビーム走査装置の第 5 の実施例の更に別の変形例を示す構成図である。

【図 1 0】

本発明に係るレーザビーム走査装置の第 6 の実施例を示す構成図である。

【図 1 1】

本発明に係るレーザビーム走査装置の第 6 の実施例の変形例を示す構成図である。

【図 1 2】

本発明に係るレーザビーム走査装置の第 6 の実施例の更に別の変形例を示す構

成図である。

【図 1 3】

本発明に係るレーザビーム走査装置の他の実施例を示す構成図である。

【図 1 4】

本発明に係るレーザビーム走査装置を備えた欠陥検査装置の一実施例を示す構成図である。

【図 1 5】

図 1 4 に示す欠陥検査装置における信号処理系を示す構成図である。

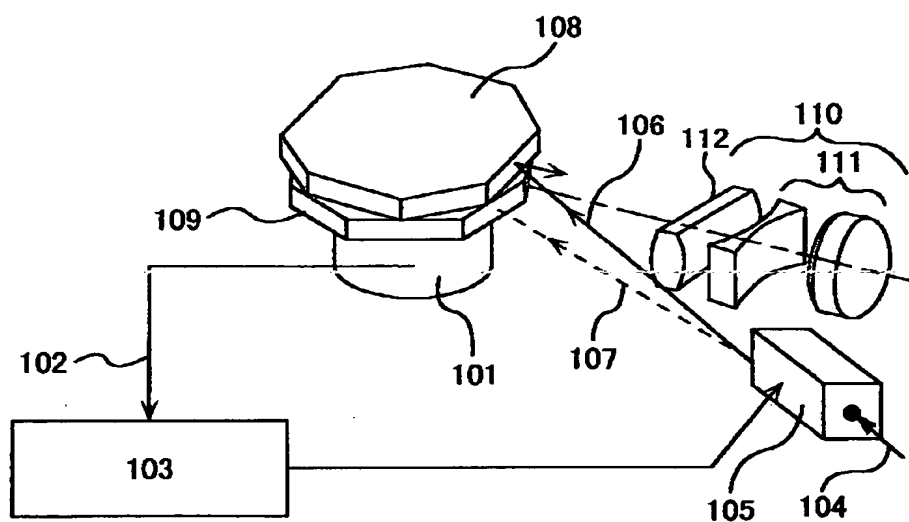
【符号の説明】

1 0 1 …回転モータ、1 0 8、1 0 9、2 0 1、2 0 2、3 0 0、3 0 0 a、3 0 0 b、6 0 1 …ポリゴンミラー、1 0 5、7 0 6 …A/O変調器、2 0 4 …走査対象（被対象物、被検査対象物）、3 0 1 a～3 0 7 a、3 0 1 b～3 0 7 b …ミラー面、7 0 1 …アクチュエータ、7 0 2 …共振動作形ガルバノミラー（スキャナミラー）、1 3 0 1 …A/O偏向器、1 3 0 2、1 3 0 3 …折り返しミラー。

【書類名】 図面

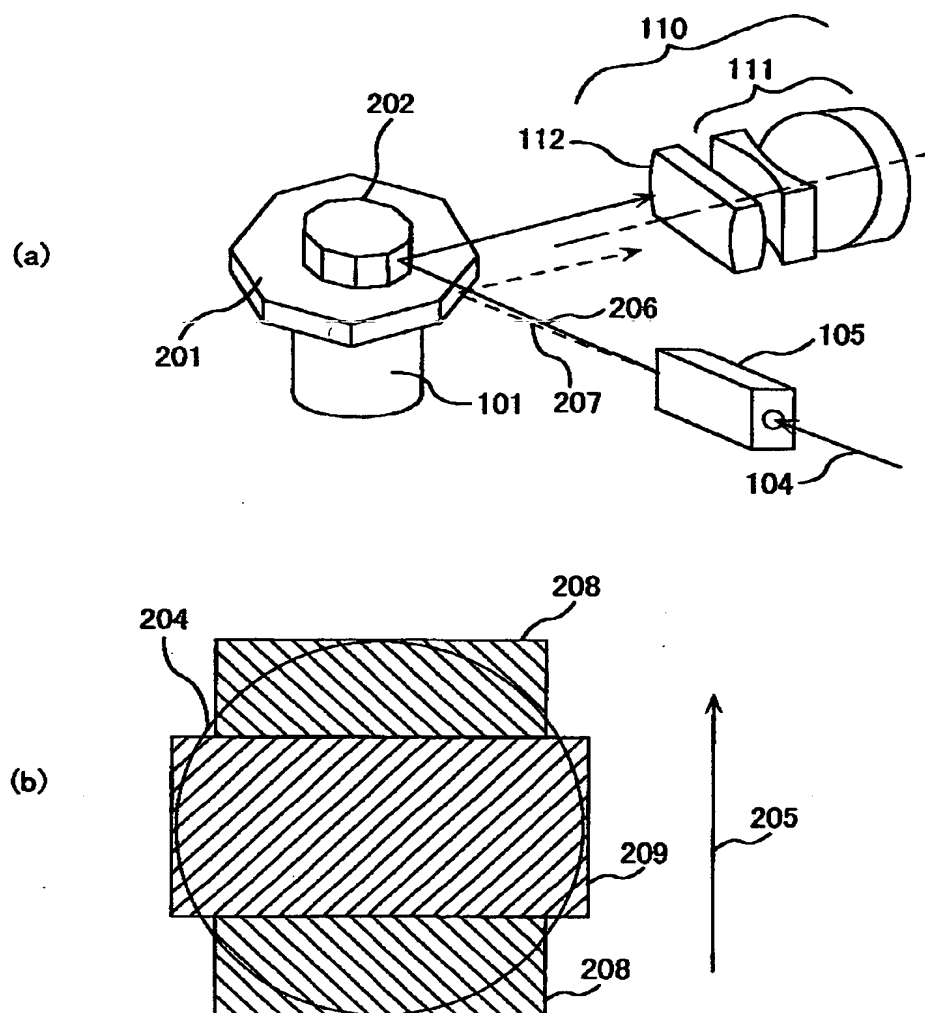
【図 1】

図 1



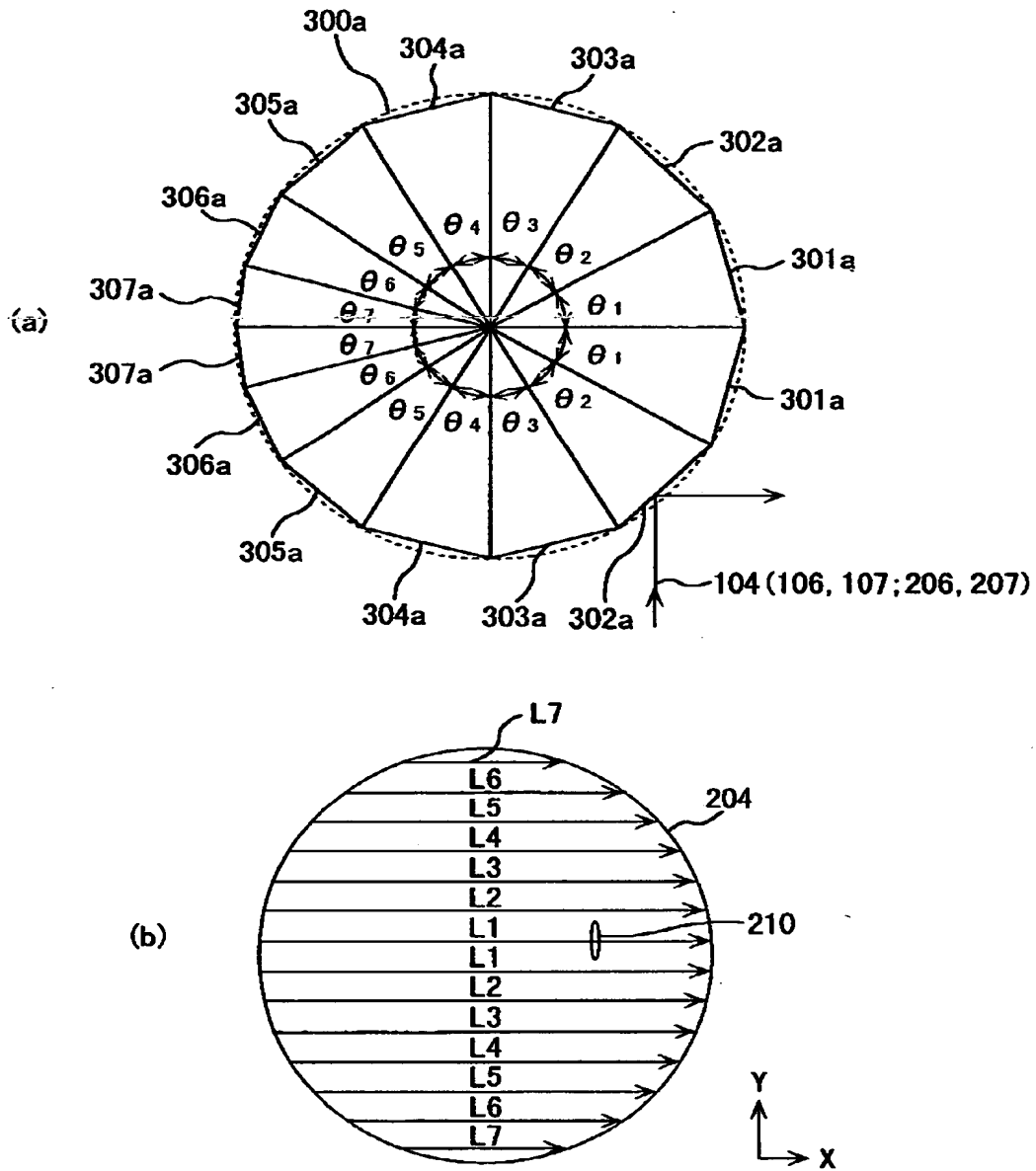
【図 2】

図 2



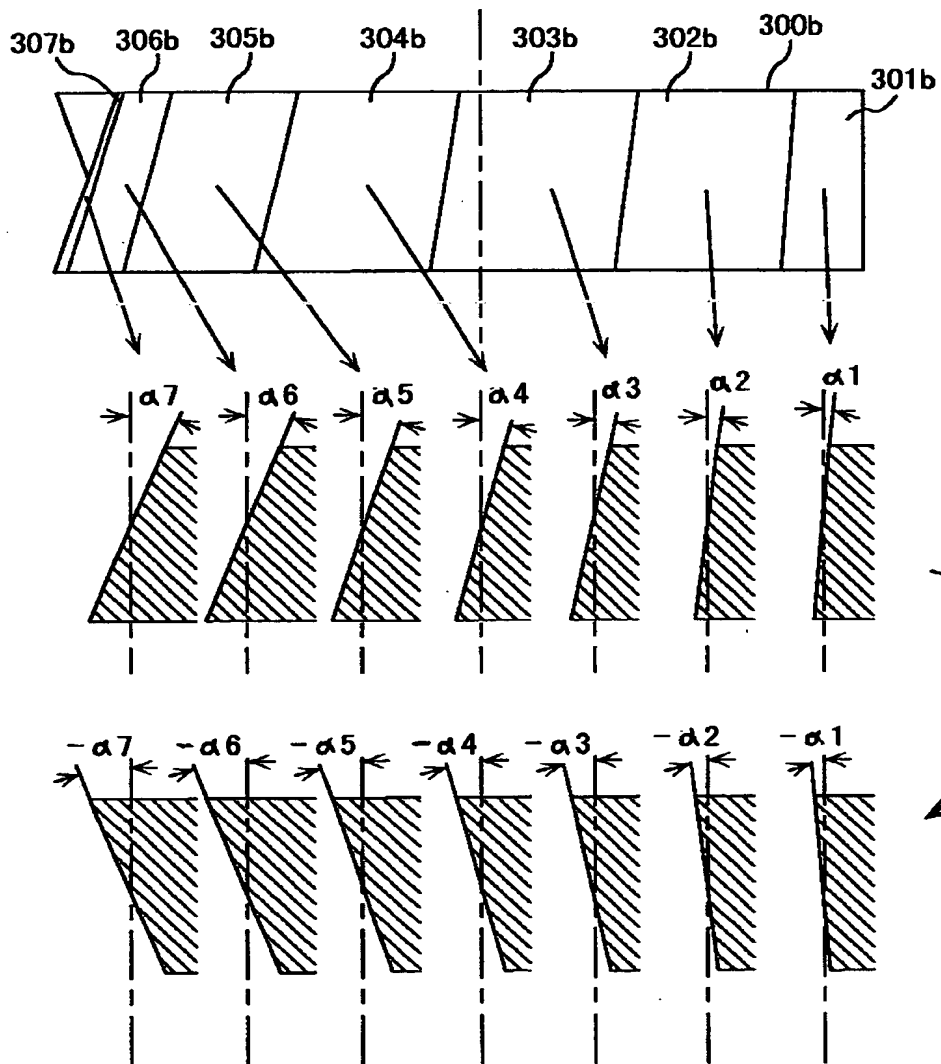
【図 3】

図 3



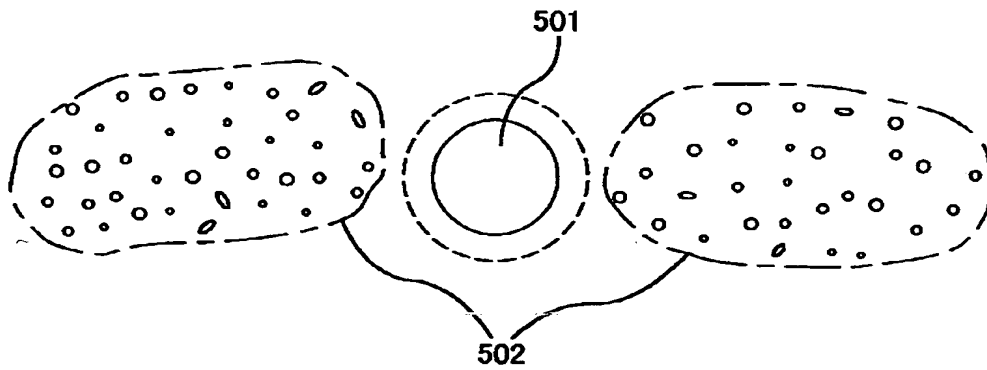
【図 4】

図 4



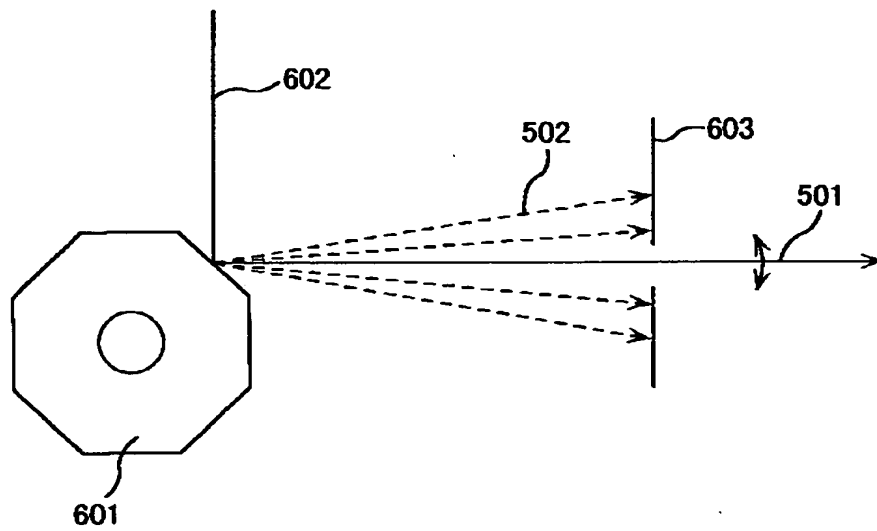
【図 5】

図 5



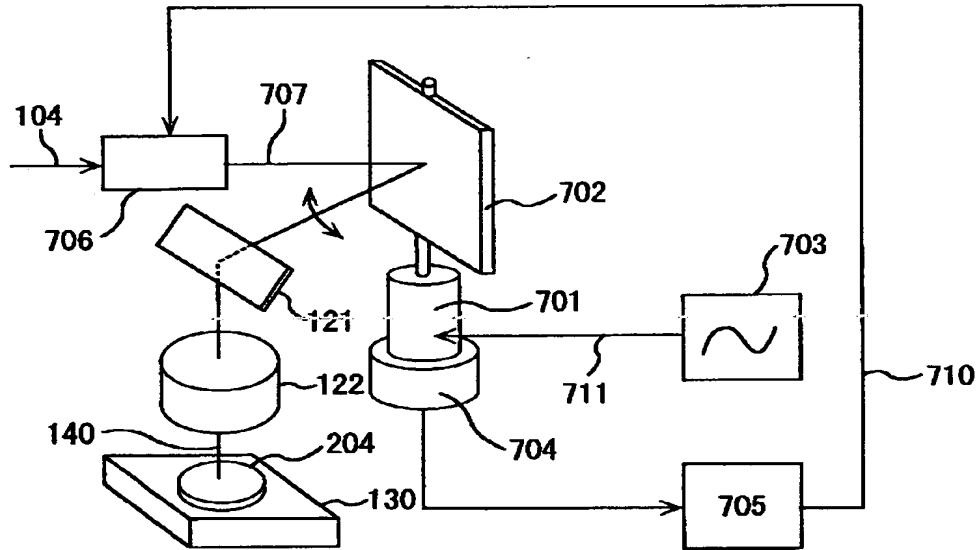
【図 6】

図 6



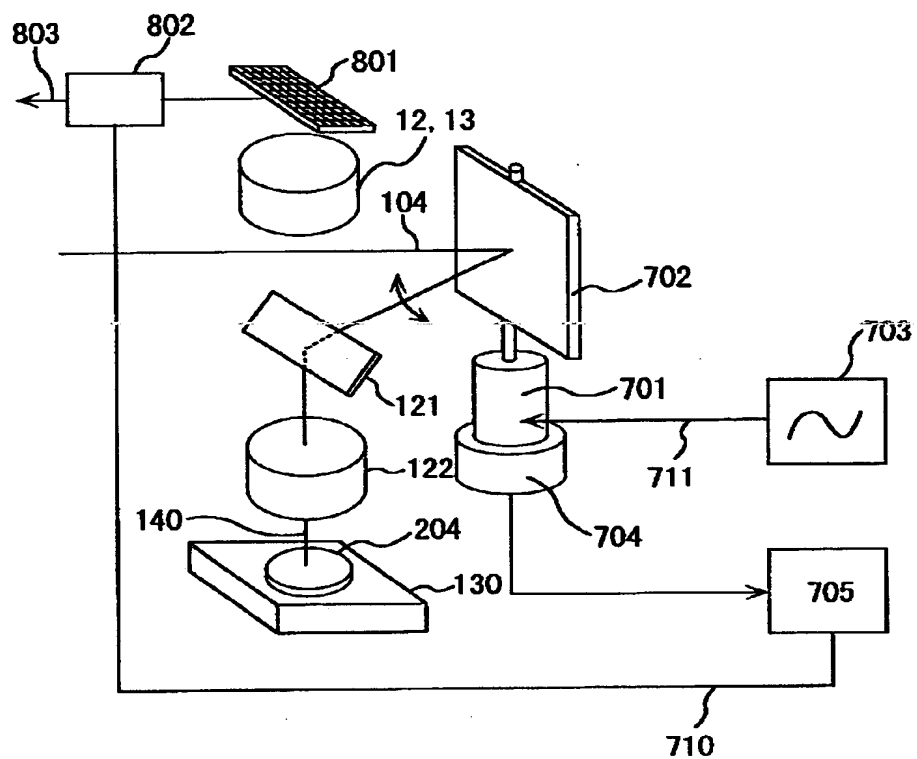
【図 7】

図 7



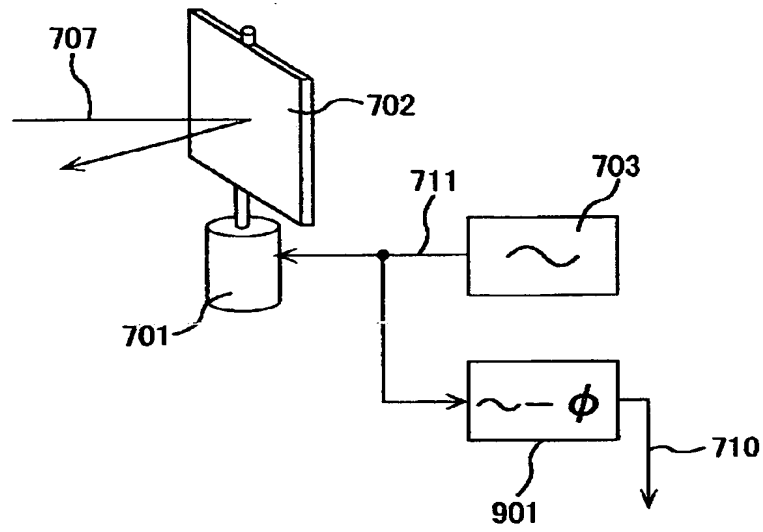
【図 8】

図 8



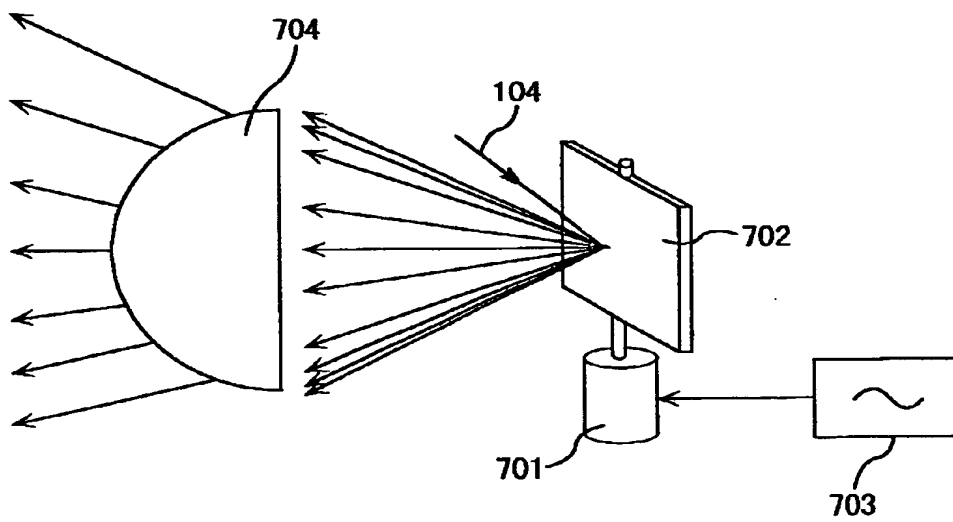
【図 9】

図 9



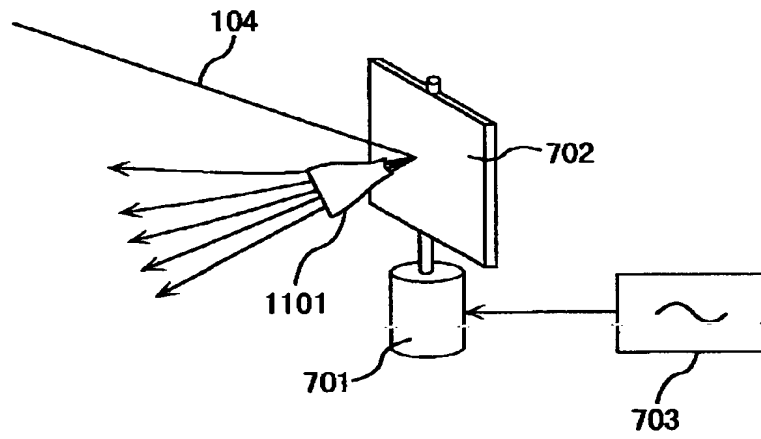
【図 1 0】

図 10



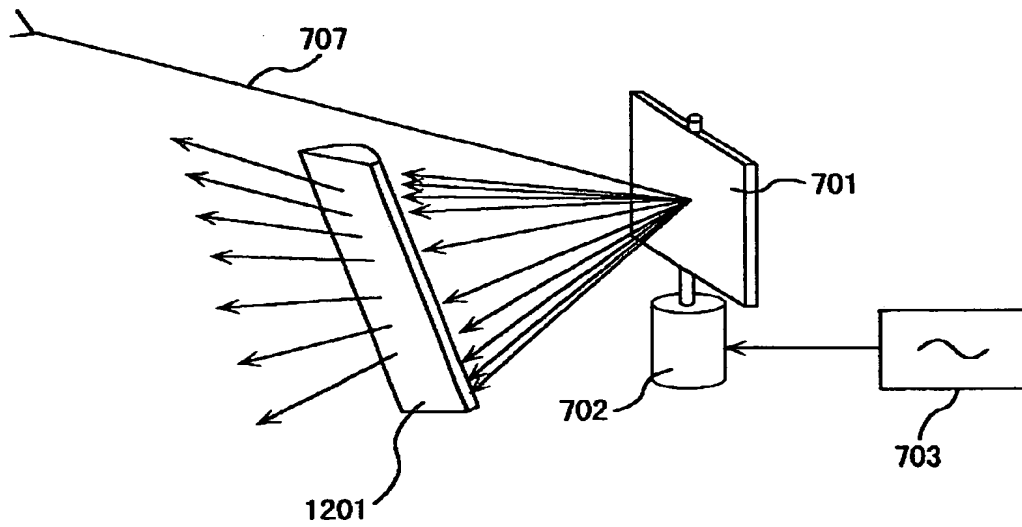
【図 1 1】

図 11



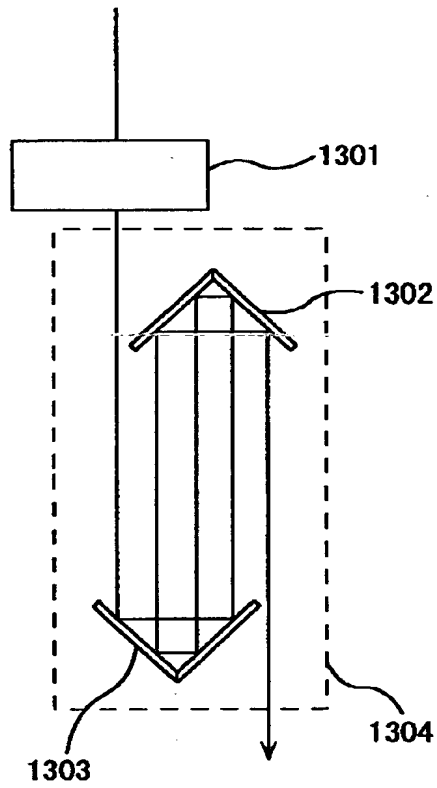
【図 1 2】

図 12



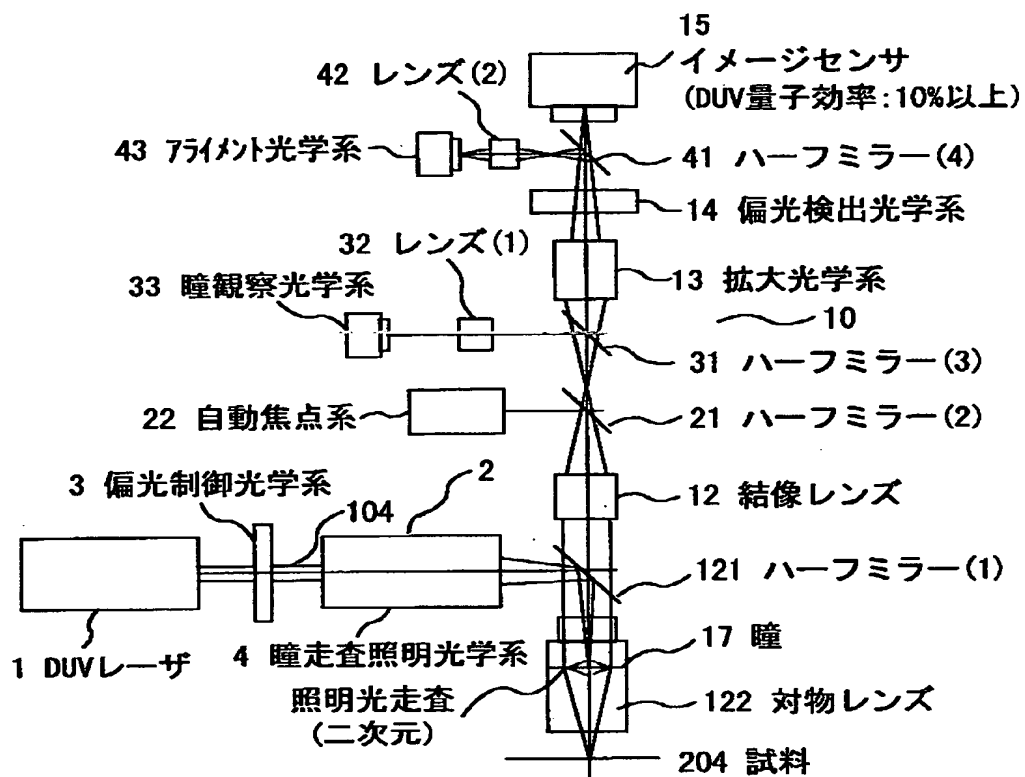
【図 1 3】

図 13



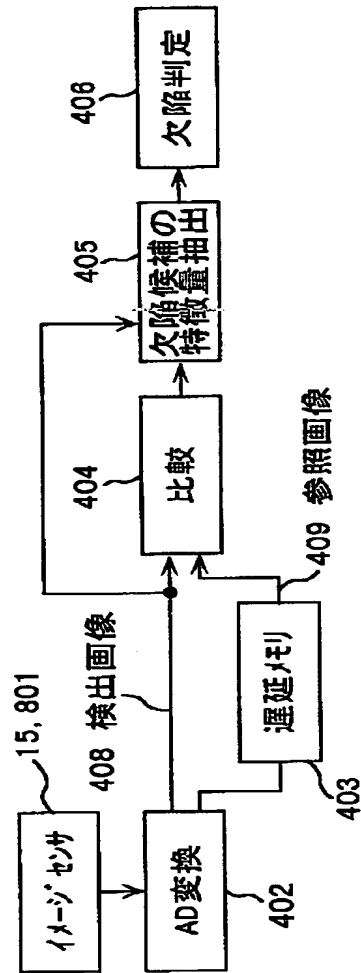
【図 1 4】

図 14



【図 1 5】

図 15



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

本発明は、紫外から遠紫外の領域においても高速で高効率なレーザビーム走査を行う方法及び装置を提供することにある。

【解決手段】

複数のポリゴンミラーを、構成する各ミラーを個数分の 1 だけ位相をずらして重ね回転させ、入射するレーザビームを A/O 変調器で回転に同期して変調する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所